

BIM aplicado à verificação de interferências entre redes de água, esgoto e drenagem

BIM applied to clash detection between water, sewage and stormwater networks

- **Data de entrada:**
09/10/2023
- **Data de aprovação:**
14/11/2023

Marjory Barbosa Leite Tavares^{1*} | Marco Aurélio Holanda de Castro¹

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2024.50>

ORCID ID

Tavares MBL  <https://orcid.org/0000-0003-2940-9267>

Castro MAH  <https://orcid.org/0000-0001-5134-7213>

Resumo

A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), se destaca por aprimorar o modelo usual de projeto de forma que o aproxima à realidade. No setor de saneamento, que ainda apresenta atraso na ampla adoção do BIM, uma das ferramentas que podem ser utilizadas é a detecção de interferências, que acontecem porque tais sistemas dividem o mesmo espaço sob o pavimento e, se não forem previstas na fase de projeto, acarretam diversos problemas na execução, o que em muitos casos leva a soluções inadequadas. No presente trabalho foi proposto o uso do sistema UFC e FreeCAD para realizar a verificação e correção das interferências entre as redes de saneamento através de programas desenvolvidos em Python. Os resultados demonstraram a eficiência da utilização dessas ferramentas. A maior parte das interferências acontece entre redes de esgoto e drenagem, e, se for possível, mover verticalmente a rede de drenagem seria a forma mais eficiente de sanar as interferências.

Palavras-chave: Redes de Saneamento. Detecção de Interferências. *Building Information Modeling*.

Abstract

The technology *Building Information Modeling* (BIM), stands out for improving the usual model for projects so that brings it closer to reality. In the sanitation sector, which is lagging behind in the broad adoption of BIM, one of the tools that may be used is clash detection. Clashes happen because those systems share the same space under the street pavement and, if they are not predict in project phase, bring several problems in the execution, which in most cases leads to inadequate solutions. In the present work was proposed the usage of UFC system and FreeCAD in order to perform clash detection and correction between sanitation networks through program developed in Python. The results showed the efficiency of using these tools. The most clashes happen between sewage and stormwater networks, and if is possible to vertically move stormwater network it would be the most efficient way to remedy the interferences.

Keywords: Sanitation networks. Clash detection. *Building information Modeling*.

¹ Universidade Federal do Ceará – Fortaleza – Ceará – Brasil.

* **Autor correspondente:** marjorytavares@outlook.com

1 INTRODUÇÃO

Os projetos de construção civil estão em constante mudança e atualização no seu processo, que envolve desde a concepção, dimensionamento, desenvolvimento de peças gráficas do projeto básico ao executivo até a leitura do projeto por outros profissionais e sua utilização na obra. Com os avanços tecnológicos, surgem ferramentas que elevam a precisão dos projetos e os alinham mais fielmente à execução real. No entanto, a adaptação a essas ferramentas leva tempo, pois exige o ajuste de toda a metodologia de desenvolvimento do projeto.

A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), traduzida como Modelagem de Informação da Construção, se destaca por incrementar o modelo estabelecido de projeto em diversos aspectos que aproximam o projeto em sua concepção à realidade e facilitam a quantificação de material a ser utilizado, a execução de simulações estruturais e hidráulicas, bem como a previsão de possíveis transtornos na construção. Dentre os aspectos mencionados, destaca-se a possibilidade de inserção de informações da construção ainda na fase de projeto, como o material a ser utilizado, com volumetria, rugosidade e resistência, sistemas de instalações hidráulicas e sanitárias, sistemas estruturais, entre outras características.

Gradualmente essas novas ferramentas deixam de ser um diferencial e passam a ser a regra, ao passo que se tornam inclusive exigências para aceitação de projetos por órgãos governamentais. Esse é o caso da implementação do BIM no Brasil, que, atualmente, conta com esforços por parte do Governo Federal. Através do Decreto nº 9.983, de 2019, (Brasil, 2019) foi disposta a estratégia de disseminação do BIM no Brasil, que apresenta um planejamento com metas no prazo de 10 anos para a adoção e disseminação do BIM por empresas da construção civil e obras públicas. Da mesma forma, através do Decreto nº 10.306, de 2020, (Brasil, 2020) foi estabelecida a utilização do BIM na execução de obras e serviços de engenharia realizada

por órgãos e entidades da administração pública federal, este último com prazos que se iniciam em janeiro de 2021 para alguns setores.

O setor do saneamento apresenta ainda mais atraso na utilização de BIM, se comparado a outros setores da construção civil. Um dos motivos apontados por Druszcz, Agostinho e Scussiato (2017) é que o formato foi interpretado inicialmente como mais facilmente aplicado à construção de edificações que possuem elementos repetitivos, como edifícios com pavimentos tipo, por exemplo. No entanto, já se observa a aplicabilidade de BIM no saneamento também, trazendo os diversos benefícios apontados.

Uma das ferramentas BIM que pode ser amplamente utilizada nos projetos de saneamento é a verificação de interferências, ou *clash detection*. Interferências entre redes de saneamento acontecem pelo fato de que tais sistemas dividem o mesmo espaço sob o pavimento (Figura 1). A verificação de interferências na metodologia de projeto comumente utilizada no setor de saneamento no Brasil atualmente se baseia em desenhos 2D, um processo árduo e passível de falhas. Se não previstas na fase de projeto, essas interferências acarretam diversos problemas na fase de execução, o que em muitos casos leva à adoção de soluções inadequadas.



Figura 1 – Interferência de rede de esgoto durante instalação de estrutura de drenagem

Fonte: Santos (2020).

Esses problemas se dão muitas vezes por conta da dificuldade em saber onde existem redes já instaladas, além da profundidade da escavação, tipo de solo e faixas de servidão que entrem em conflito com a rede de esgoto ou tipo de sistema de inspeção utilizado pela empresa executora da rede (Fonseca; Sarmiento; Paula, 2014).

Tendo em vista os fatores supracitados, no presente trabalho foi empregada uma ferramenta de dimensionamento consolidada para redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana, o sistema UFC, em associação a um software BIM livre e gratuito, o FreeCAD, a fim de realizar a verificação e compatibilização das interferências entre essas redes. Para isso, foram desenvolvidos programas em python para converter redes de esgoto, drenagem e água calculadas pelo sistema UFC em formato de representação em 3D no programa FreeCAD e realizar a correção das interferências encontradas de forma automatizada.

2 METODOLOGIA

2.1 Software e linguagem de programação

O FreeCAD foi escolhido por ser um programa gratuito com suporte para BIM e de código livre. No caso dos softwares comerciais, o código fonte não é liberado, portanto os usuários ficam restritos à posição de consumidores, não tendo a possibilidade de contribuir com melhorias para o software e necessitando confiar na precisão da sequência

operacional oferecida e nos resultados obtidos. Os softwares livres e de código aberto surgiram como oposição a essas ideias, permitindo ao usuário tornar-se também co-desenvolvedor. No entanto, o BIM continua fazendo parte de um campo quase inexplorado de pesquisa relacionada a softwares de código livre (Di Donato; Abita, 2019).

Nesse campo, FreeCAD surgiu recentemente como uma das poucas alternativas a softwares BIM comerciais com produto de colaboração de diversos atores após a liberação de um software originalmente comercial. O FreeCAD trabalha com ferramentas divididas em bancadas de trabalho. Nas últimas atualizações surgiu uma bancada especialmente dedicada a BIM, que, inicialmente, foi concebida como uma implementação a outra bancada existente, Arch (Di Donato; Abita, 2019).

2.2 Automatização da conversão do projeto em BIM

O fluxo de trabalho se inicia com o desenho em 2D e o dimensionamento das redes de água, esgoto e drenagem nos respectivos módulos UFC no programa AutoCAD. Para o posicionamento das redes nas vias, foi levado em consideração que as redes de saneamento ocupam idealmente as posições predefinidas no eixo da via, em um de seus terços ou no eixo de um dos passeios (Figura 2). Em geral, as redes de drenagem ocupam o eixo da via devido ao grande diâmetro das tubulações utilizadas (Alem Sobrinho; Tsutiya, 2000).

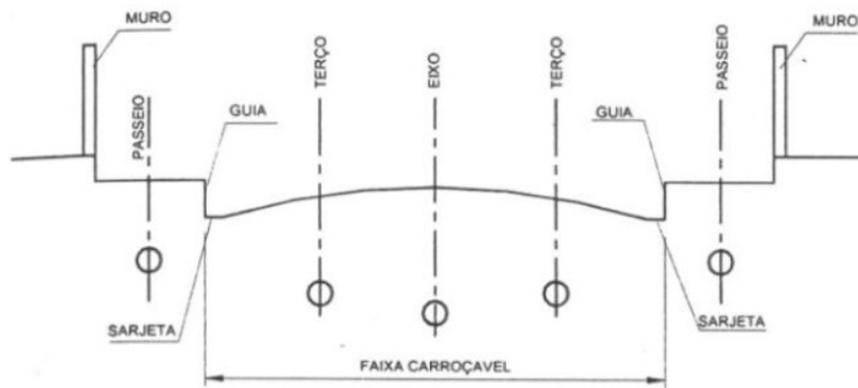


Figura 2 – Posição padrão das redes na via.

Fonte: Alem Sobrinho, Tsutiya (2000).

No processo de dimensionamento, os módulos UFC geram arquivos de texto contendo os parâmetros que descrevem posicionamento e características das redes, tais como: coordenadas de nós e órgãos acessórios, diâmetro e material dos tubos, cotas de terreno e cotas de assentamento dos tubos.

No ambiente do programa FreeCAD, há suporte para programação em python no qual será feita a leitura dos arquivos de texto supracitados e a utilização de tais parâmetros para o desenho das redes em 3D. O nível de detalhamento do desenho inclui formato, tamanho, localização e identificação das tubulações e órgãos acessórios, bem como informação de material e diferenciação por cor, a fim de permitir fácil visualização.

2.3 Automatização da conversão do projeto em BIM

O fluxo de trabalho se inicia no desenho em 2D e dimensionamento das redes de água, esgoto e drenagem nos respectivos módulos UFC no programa AutoCAD. No processo de dimensionamento, os módulos UFC geram arquivos de texto contendo os parâmetros que descrevem o posicionamento e as características das redes, tais como: coordenadas de nós e órgãos acessórios, diâmetro e material dos tubos, cotas de terreno e cotas de assentamento dos tubos.

A partir do dimensionamento das redes no UFC, foram identificados os seguintes arquivos, apresentados abaixo com nomes genéricos, para obtenção dos parâmetros das redes:

- Sistema de Abastecimento de Água: Rede_Nome-do-projeto_Agua.INP – É referente ao arquivo de cálculo da rede, compatível com a interface com o EPANET, apresenta os dados de coordenadas, diâmetros, cotas de terreno, identificação dos nós e dimensões dos reservatórios.
- Sistema de Esgotamento Sanitário: Rede_Nome-do-projeto_esgoto.NSE – É referente ao arquivo gerado de nota de serviço, apresenta os dados de coordenadas, diâmetros, cotas de terreno, cotas de fundo e identificação dos trechos e órgãos acessórios.
- Sistema de Drenagem: No caso da drenagem serão utilizados 3 arquivos:

- Rede_Nome-do-projeto_drenagem.NSE – É referente ao arquivo gerado de nota de serviço, apresenta os dados de coordenadas, diâmetros, cotas de terreno, cotas de fundo e identificação dos trechos e órgãos acessórios.
- Nome-do-projeto_drenagem.INP – É referente ao arquivo gerado no modelo SWMM, apresenta os dados das bacias, coordenadas das bocas coletoras e tubos de ligação, entre outros.
- DefUFC8 – Arquivo default do sistema que armazena os dados de configuração do projeto e apresenta dados das bocas coletoras, como tipo utilizado e comprimento da abertura.

No ambiente do programa FreeCAD, há o suporte para programação em python no qual foi realizada a leitura dos arquivos de texto supracitados e a utilização de tais parâmetros para o desenho das redes em 3D. O nível de detalhamento do desenho irá incluir o formato, tamanho, localização e identificação das tubulações e órgãos acessórios, bem como informação de material e diferenciação por cor, a fim de permitir fácil visualização.

2.4 Desenvolvimento do fluxo de trabalho

O desenvolvimento do fluxo de trabalho consiste na forma que o usuário poderá utilizar o programa. O fluxo de trabalho conforme planejado está detalhado nos tópicos a seguir:

1. Definir os critérios de projeto, tais como área de cobertura, população, material a ser utilizado, recobrimento;
2. Desenhar as redes no sistema UFC. Obs.: arquivos das redes em que as interferências serão testadas devem ser salvos em uma mesma pasta no computador;
3. Calcular das redes no sistema UFC;
4. Produzir os arquivos necessários: No caso da água é necessário gerar o arquivo INP, no caso do esgoto é necessário gerar o arquivo NSE (nota de serviço), e no caso da drenagem é necessário gerar os arquivos INP e NSE;
5. Deixar ativo o arquivo da rede que sofrerá interferência das demais e apertar o botão BIM;

6. Selecionar o(s) arquivo(s) da(s) rede(s) que representará(ão) as interferências e clicar em ok: o sistema irá iniciar automaticamente o programa FreeCAD e os programas desenvolvidos para desenho automático dessas redes e verificação de interferências. Existem três cenários possíveis:

- a. Não haver interferências: Nesse caso, o programa não apontará nenhuma interferência;
- b. Haver interferências horizontais: Nesse caso, o programa irá mostrar uma mensagem na tela indicando quais são os elementos que estão envolvidos nas interferências horizontais. As interferências horizontais são aquelas a que os projetistas devem estar atentos no momento do projeto da rede, pois são facilmente detec-

táveis e ocorrem envolvendo pelo menos um elemento de órgão acessório; nesse caso, não haveria como automatizar a solução;

c. Haver interferências verticais: Nesse caso, as interferências estarão destacadas da seguinte forma:

d. Esferas amarelas para interferências de esgoto

e. Esferas verdes para interferências de água

f. Esferas magenta para interferências de drenagem

g. O fluxograma resumindo as etapas do sistema UFC ao FreeCAD está apresentado na Figura 3.

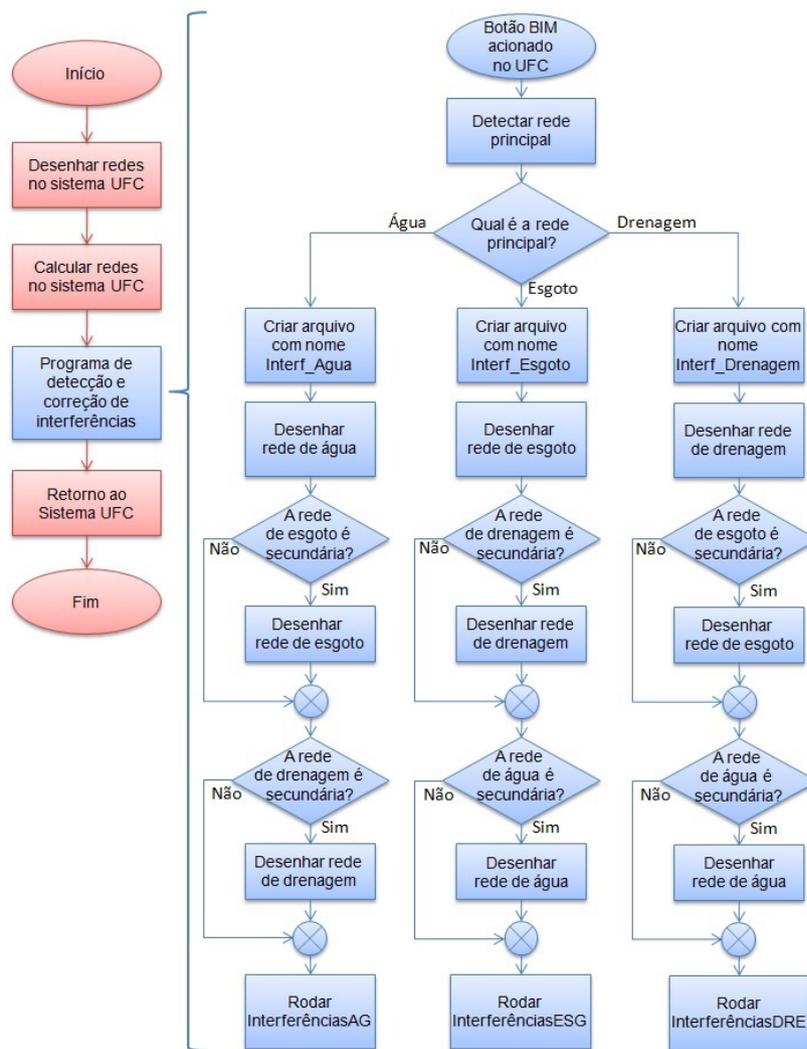


Figura 3 – Fluxograma do programa de detecção das interferências.

Ao verificar uma interferência entre tubulação de água e elemento de outra rede de saneamento, a correção é feita deslocando o trecho de água para baixo já no arquivo do FreeCAD, e o arquivo de cálculo já é atualizado. Para realizar a compatibilização com o arquivo do UFC e com o cálculo, é necessário utilizar a função de redesenhar, e, em seguida, dimensionar.

No caso da verificação de interferência entre tubulação de esgoto ou drenagem e elemento de outra rede de saneamento, é gerado um arquivo de texto com as informações da interferência, tais como o trecho em que acontece a interferência, a geratriz inferior e o diâmetro da tubulação que gerou a interferência.

3 RESULTADOS

Para validação da metodologia e do programa desenvolvido, foram utilizados 6 exemplos (redes-

-teste): São Benedito, Aurora, Irauçuba, Antonina do Norte, Conjunto Habitacional e Eusébio. Em cada um dos exemplos, foi projetada rede de drenagem, água e esgoto e realizadas três rodadas de verificação de interferências com as demais redes devido à possibilidade de geração de novas interferências ao mover a rede verticalmente.

3.1 Verificação de interferências com ênfase nas redes de água

Como explicado na metodologia, no caso das redes de água a interferência é identificada, destacada de forma visual, utilizando esferas na cor amarela para elementos de esgoto e esferas na cor verde para elementos de drenagem, no FreeCAD, (Figura 4) e já corrigida no arquivo de cálculo com extensão inp.

A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos nos exemplos, agrupados por rodada e tipo de interferência.

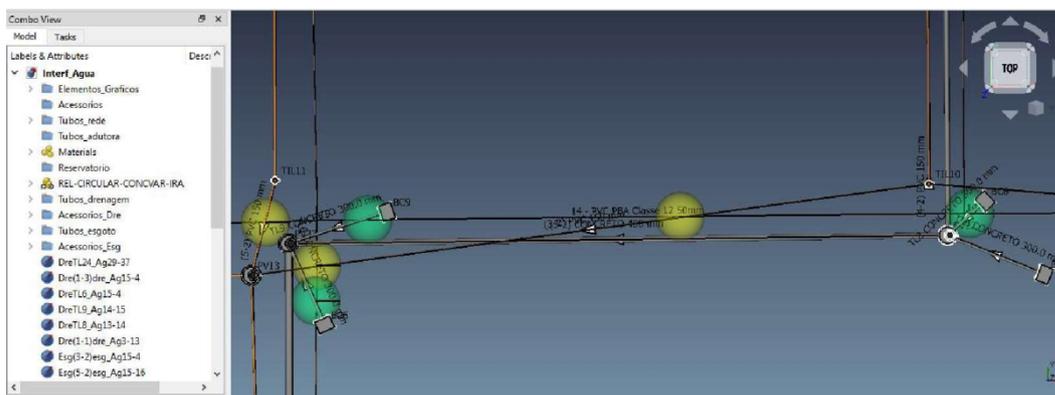


Figura 4 – Interferências de esgoto (amarelo) e drenagem (verde) sobre rede de água.

Tabela 1 – Resumo dos resultados das interferências sobre redes de água.

Interferências sobre Rede de Água				
Rede exemplo	Rodada	Drenagem	Esgoto	Total
São Benedito	1ª	10	6	16
	2ª	4	0	4
	3ª	0	0	0
Aurora	1ª	4	1	5
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0

continua...

Tabela 1 – Continuação...

Interferências sobre Rede de Água				
Rede exemplo	Rodada	Drenagem	Esgoto	Total
Irauçuba	1ª	1	7	8
	2ª	6	3	9
	3ª	0	0	0
Antonina do Norte	1ª	23	2	25
	2ª	2	0	2
	3ª	0	0	0
Conj. Habitacional	1ª	10	1	11
	2ª	3	1	4
	3ª	5	0	5
Eusébio	1ª	0	4	4
	2ª	5	0	5
	3ª	0	0	0
Total		73	25	98

O Gráfico 1 mostra o resumo das interferências encontradas em cada exemplo em cada rodada.

Foi possível observar que, em 5 dos 6 exemplos realizados, todas as interferências foram sanadas na segunda rodada, visto que não foram encontradas interferências na terceira rodada. Na rede Conjunto Habitacional, única que ainda apresentou

interferências na terceira rodada, foi realizada uma quarta rodada onde não foram identificadas interferências, confirmando que todas as interferências foram resolvidas até a terceira rodada. As interferências encontradas na 1ª rodada de todos os exemplos somadas representam 70,4% do total de interferências, enquanto na 2ª rodada representam 24,5% e na 3ª rodada representam 5,1%.

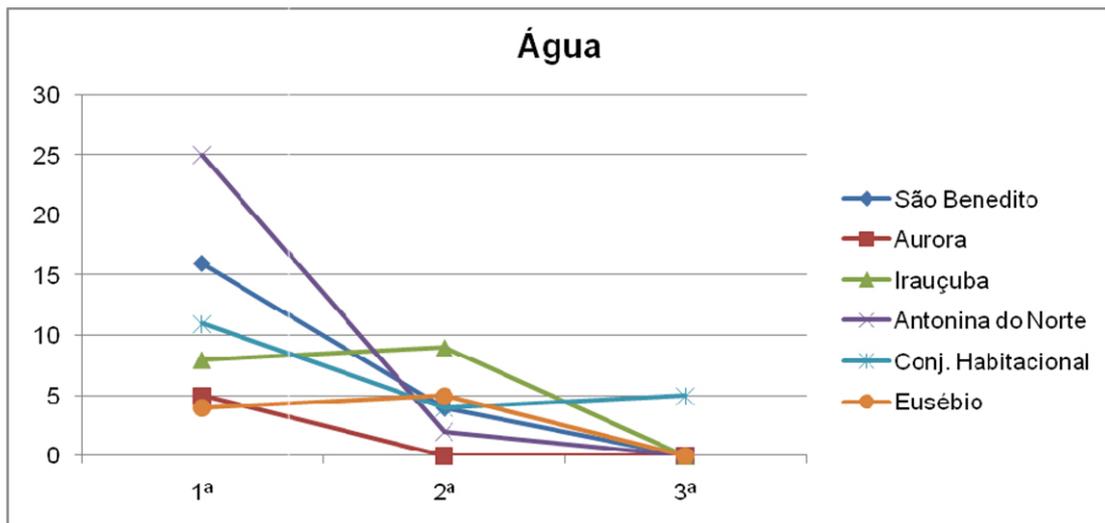


Gráfico 1 – Resumo dos resultados das interferências sobre redes de água.

Somadas todas as interferências dos exemplos em todas as rodadas, foram encontradas 98 interferências. Em relação a qual rede de saneamento que representou mais interferências, observou-se diferença significativa entre as interferências de drenagem e esgoto: 74,5% das interferências encontradas foram de drenagem e 25,5% de esgoto. Essa diferença pode acontecer por conta dos tubos de ligação que acontecem transversalmente à via e acabam por cruzar as demais redes de saneamento, bem como uma parte da rede de esgoto frequentemente fica mais profunda que a rede de água, que comumente segue a mesma profundidade em toda sua extensão, evitando naturalmente, assim, a interferência.

3.2 Verificação de interferências com ênfase nas redes de esgoto

Já no caso das redes de esgoto, a interferência é identificada e destacada de forma visual no FreeCAD, utilizando esferas na cor magenta

para elementos de água e esferas na cor verde para elementos de drenagem (Figura 5). Então é gerado um arquivo de texto com as informações das interferências identificadas necessárias para inserção das interferências no sistema UFC.

O sistema UFC insere as interferências a partir do arquivo de texto em formato de bloco com as informações (Figura 6). É possível gerar um perfil do coletor com as interferências (Figura 7a). Em seguida, o cálculo da rede é refeito e as interferências são resolvidas (Figura 7b).

Assim como nas redes de água, foram realizadas 3 rodadas de verificação das interferências devido à possibilidade do surgimento de novas interferências. A Tabela 2 mostra o resumo dos resultados obtidos nos exemplos, agrupados por rodada e tipo de interferência.

O Gráfico 2 mostra o resumo das interferências encontradas em cada exemplo em cada rodada.

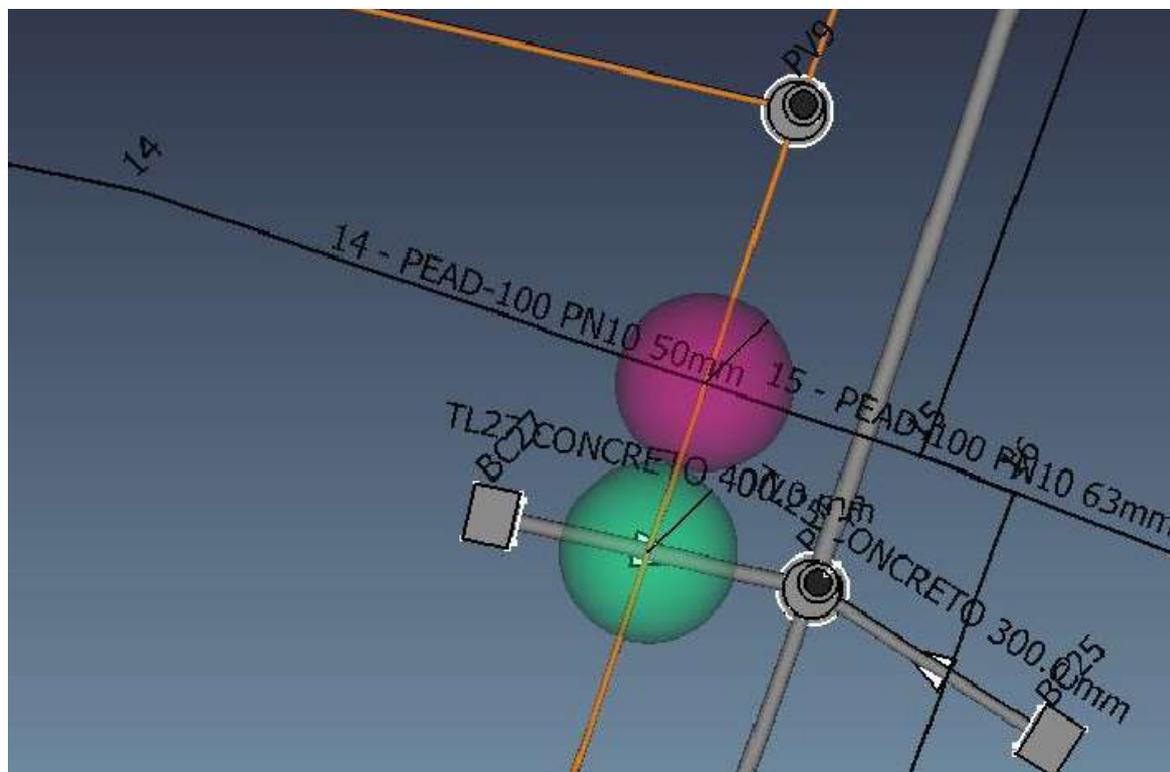


Figura 5 – Interferências de água e drenagem sobre rede de esgoto.



Figura 6 – Interferências inseridas em planta no coletor 2 na rede Conjunto Habitacional.

Fonte: Elaborado pela autora.

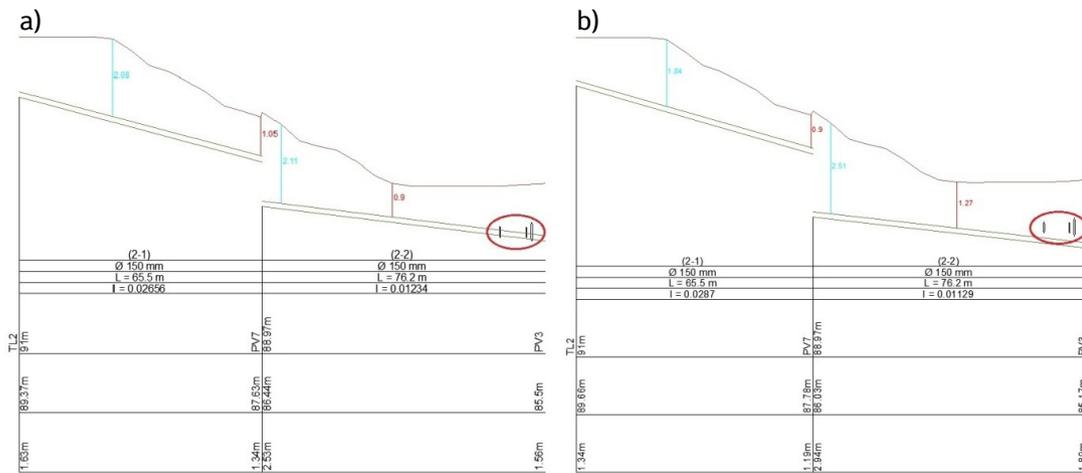


Figura 7 – Perfil do coletor 2 da rede Conjunto Habitacional antes da correção das interferências (a) e depois da correção (b).

Tabela 2 – Resumo dos resultados das interferências sobre redes de esgoto.

Interferências sobre Rede de Esgoto				
Rede	Rodada	Drenagem	Água	Total
São Benedito	1ª	14	8	22
	2ª	4	1	5
	3ª	1	0	1
Aurora	1ª	0	1	1
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0
Irauçuba	1ª	6	7	13
	2ª	11	0	11
	3ª	1	0	1

continua...

Tabela 2 – Continuação...

Interferências sobre Rede de Esgoto				
Rede	Rodada	Drenagem	Água	Total
Antonina do Norte	1ª	23	2	25
	2ª	2	0	2
	3ª	0	0	0
Conj. Habitacional	1ª	9	1	10
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0
Eusébio	1ª	8	4	12
	2ª	3	0	3
	3ª	0	0	0
Total		82	24	106

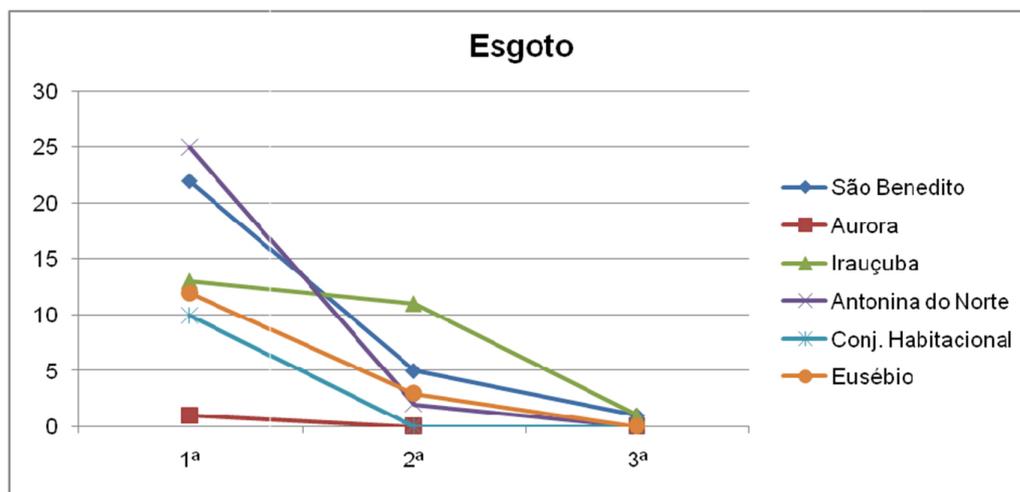


Gráfico 2 – Resumo dos resultados das interferências sobre redes de esgoto.

Considerando o total de exemplos e rodadas, foram encontradas 106 interferências. As provocadas por elementos de drenagem representaram 77,4% do total encontrado nos exemplos, enquanto as provocadas por trechos de rede de água representaram 22,6%. As razões apontadas para a fração de interferências com redes de esgoto ser notadamente maior são similares às encontradas nas interferências sobre as redes de água. No caso das interferências de redes de água sobre as redes de esgoto, foi observado que houve uma redução significativa já da 1ª para a 2ª rodada. Isso é coerente, visto que, geralmente, as redes de água se mantêm com a mesma profundi-

dade mínima em toda sua extensão, e aprofundar um trecho de rede de esgoto resulta em menor geração de novas interferências.

3.3 Verificação de interferências com ênfase nas redes de drenagem

No contexto da verificação de interferências sobre as redes de drenagem, as interferências são encontradas e destacadas no FreeCAD com esfera de cor amarela para elementos de esgoto e de cor magenta para a rede de água (Figura 8). De forma semelhante às redes de esgoto, um arquivo de texto com as informações das interferências encontradas é gerado para retornar ao sistema UFC.

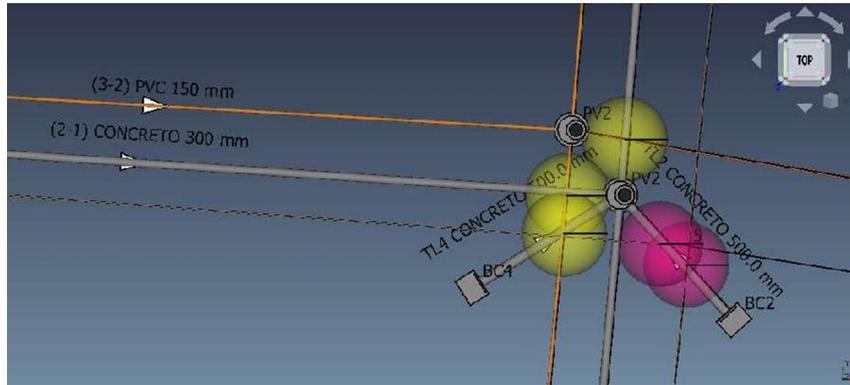


Figura 8 – Interferências de esgoto e água sobre rede de drenagem.

Da mesma forma que foi feito nas redes de água e de esgoto, foram realizadas 3 rodadas de verificação devido à possibilidade do surgimento de novas interferências, e o resultado está apresentado na Tabela 3.

O Gráfico 3 a seguir mostra o resumo das interferências encontradas em cada exemplo, em cada rodada.

Todas as interferências foram resolvidas até a 2ª rodada, visto que nenhuma foi encontrada na 3ª. Somadas, as interferências encontradas na 1ª rodada dos exemplos correspondem a 92,9%

do total de interferências, enquanto na 2ª rodada representam 7,1%. Foram identificadas 112 interferências levando em conta o total de exemplos e rodadas. Apesar de as redes de drenagem apresentarem a maior quantidade de interferências, também foram as redes que resolvidas com a menor quantidade de rodadas. Esse resultado pode se dever às tubulações de drenagem serem, usualmente, as de maior diâmetro em relação às de água e esgoto, o que ocasiona cotas de fundo mais baixas, de modo que aprofundar a rede que já é mais baixa dificilmente geraria novas interferências.

Tabela 3 – Resumo do resultado das interferências sobre redes de drenagem.

Interferências sobre Rede de Drenagem				
Rede	Rodada	Esgoto	Água	Total
São Benedito	1ª	14	5	19
	2ª	2	0	2
	3ª	0	0	0
Aurora	1ª	0	4	4
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0
Irauçuba	1ª	6	1	7
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0
Antonina do Norte	1ª	21	26	47
	2ª	0	0	0
	3ª	0	0	0

continua...

Tabela 3 – Continuação...

Interferências sobre Rede de Drenagem				
Rede	Rodada	Esgoto	Água	Total
Conj. Habitacional	1ª	9	10	19
	2ª	2	0	2
	3ª	0	0	0
Eusébio	1ª	8	0	8
	2ª	4	0	4
	3ª	0	0	0
Total		66	46	112

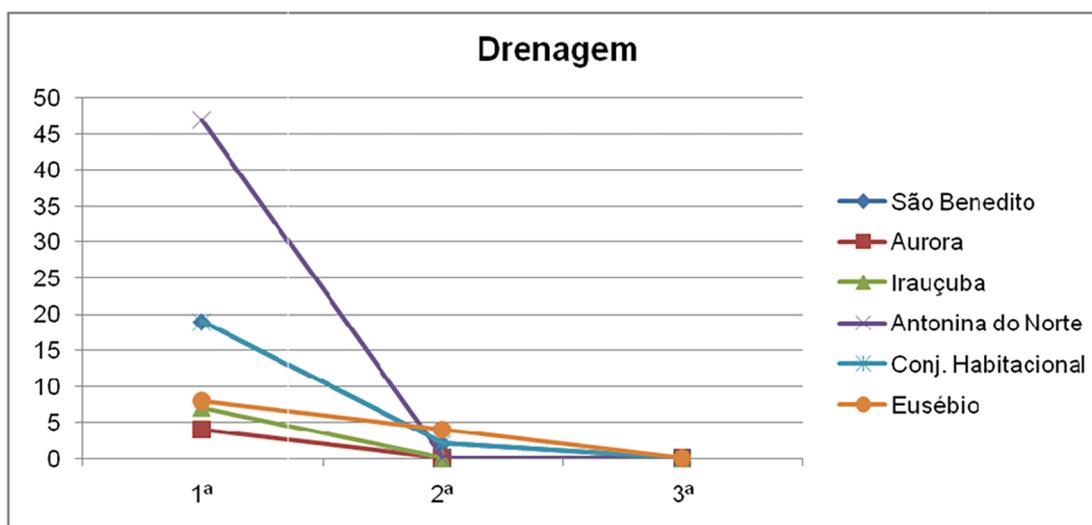


Gráfico 3 – Resumo dos resultados das interferências sobre redes de drenagem.

As interferências geradas por elementos de esgoto representaram 58,9% do total encontrado nos exemplos, enquanto as geradas por trechos de rede de água representaram 41,1%.

4 DISCUSSÕES

Ao realizar a pesquisa de literatura, não foram encontrados trabalhos com o mesmo objetivo que a presente dissertação. A maior parte dos trabalhos que utiliza BIM e detecção de interferências está focada em edificações, investigando as interferências entre as diversas disciplinas que envolvidas nas instalações prediais, bem como elementos estruturais e arquitetônicos.

Além disso, mesmo nas pesquisas encontradas, os softwares utilizados eram na sua maioria Revit e Navisworks, que fazem parte da empresa Autodesk e requerem pagamento de valor elevado para utilização.

Por outro lado, as pesquisas existentes que abrangem as redes de saneamento como um todo têm como objetivo a identificação dos elementos existentes e até propõem métodos para organização do espaço subterrâneo.

O que diferencia o presente trabalho das demais pesquisas é que, nos outros casos, o dimensionamento das redes em função das interferências deverá ser feito à parte, e a reinserção da rede

redimensionada no modelo BIM gera um retrabalho que pode se prolongar por vários ciclos, haja vista a dificuldade de previsão por haver novas interferências geradas pela mudança efetuada. Além disso, o próprio desenvolvimento do modelo BIM das redes de saneamento é feito de forma automatizada, sem necessidade de redesenhar a rede em um software diferente do software de cálculo.

5 CONCLUSÕES

A ferramenta desenvolvida demonstrou ser útil na identificação e correção de interferências, dentro da sua margem de atuação. Para ser aplicada de forma definitiva para sanar as interferências, concluiu-se que é necessária a utilização do programa em geral três vezes, ou até que não sejam mais encontradas interferências.

Apesar disso, é preciso salientar que o problema da interferência entre redes de saneamento é uma questão complicada que deve ser atentamente tratada pelo profissional projetista, e necessita de abordagem diversificada desde a visita de campo e topografia, análise de projetos e cadastros existentes, até a metodologia para desvio das interferências no projeto.

Outra questão é que, para uma utilização ideal do programa, é preciso que ocorra uma das situações: 1) o projeto das diferentes redes de saneamento esteja sendo realizado concomitantemente e pela mesma equipe de projetistas ou equipes que tenham comunicação entre si; 2) exista um cadastro da(s) rede(s) existente(s) fidedigno à situação real; ou 3) seja realizado um levantamento adequado de interferências com informações de diâmetro, profundidade e comprimento. Caso nenhuma das situações citadas

aconteça, nem o programa desenvolvido nem os demais existentes no mercado serão capazes de auxiliar na resolução das interferências.

6 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Tavares MBL; **Metodologia:** Tavares MBL, Castro MAH; **Investigação:** Tavares MBL; **Redação:** Tavares MBL; **Revisão & Edição:** Tavares MBL, Castro MAH; **Supervisão:** Castro MAH.

7 REFERÊNCIAS

- ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de engenharia hidráulica e sanitária, 2000.
- BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 ago. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm. Acesso em: 27 dez. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 abr. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 27 dez. 2020.
- DI DONATO, D.; ABITA, M. Low-cost 4D BIM modelling: a comparison between FreeCAD and commercial software. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s. l.], v. 42, n. 2/W17, p. 107–114, 2019. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W17-107-2019>
- DRUSZCZ, M. T.; AGOSTINHO, M. S. P., SCUISSIATO, C. **BIM e o saneamento**: estudo de caso desenvolvendo modelagem BIM em um sistema de abastecimento de água na Região Metropolitana de Curitiba. Congresso ABES/FENASAN, 2017, São Paulo.
- FONSECA, R. M. C.; SARMENTO, A. P.; PAULA, H. M. Práticas executivas de redes coletoras de esgoto sanitário. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 9, n. 3, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/32031>. Acesso em: 12 dez. 2020.
- SANTOS, I. L. **Construção da rede de drenagem pluvial**. Trevo de Piratininga, RJ. 27. mai. 2020. Instagram: @igorlealengenheiro. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CA5fc9JFe2b/>. Acesso em: 25 fev. 2023.